

The cryosurgical open-cone-spray method

Citation for published version (APA):

Bessemers, P. J. M. J. (1989). *The cryosurgical open-cone-spray method*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Rijksuniversiteit Limburg. <https://doi.org/10.26481/dis.19890929pb>

Document status and date:

Published: 01/01/1989

DOI:

[10.26481/dis.19890929pb](https://doi.org/10.26481/dis.19890929pb)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

In this thesis a standardized procedure is proposed for the supply of liquid nitrogen in the cryosurgical open-cone-spray technique.

Chapter 1 provides a review of the cryosurgical literature.

A historical review of cryosurgical techniques is first presented.

Two important mechanisms, cell injury and microcirculatory arrest, are discussed in the pathogenesis of the cryogenic lesion.

The probe method and the spray method are the most frequently encountered cryosurgical techniques for the supply of liquid nitrogen to the target. It is concluded that the open-cone-spray method is the preferred technique in the cryosurgical treatment of skin malignancies. Finally, in this chapter, the aim of this thesis is outlined: to provide a guideline for a standardized supply of liquid nitrogen in the open-cone-spray technique. Variables that influence this supply were studied on the basis of temperature measurements in a model in which the freezing experiments were performed. These variables concern the spray pattern, the diameter of the spraytip, the distance between spraytip and target, the cone diameters and the technique of spraying.

In chapter 2, the experimental model is described. Several models were investigated for the performance of the temperature measurements. The gelatin model was found to provide the most reproducible and workable medium for the registration of the freezing process by the thermocouples.

The equipment used in this study is described.

Chapters 3, 4, 5, 6 and 7 present the temperature measurements in order to ascertain the relationship of the variables to each other. The experiments were performed with three cone diameters (11 mm, 16 mm and 21 mm), with the exception of the experiments described in chapter 7 in which the 11 mm and 16 mm cones were used only.

In chapter 3, three spray patterns are compared with each other: central, circular and "paintbrush" spraying. It is concluded that central spraying provides the opportunity to reach the fastest fall in temperature within a short period of freezing.

A modified polymethylmethacrylate cone is introduced with the spraytip fixed in the centre.

Chapter 4 presents the study of four spraytips with the diameters of 0.6 mm, 0.8 mm, 1.0 mm and 1.7 mm. It is concluded that the 0.8 mm spraytip is the best choice for the supply of liquid nitrogen.

Chapter 5 describes the comparison of four spray distances (5 mm, 10 mm, 15 mm and 20 mm). Spraying from a distance of 15 mm generally provides the fastest fall in temperature.

In chapter 6, the cone diameters (11 mm, 16 mm and 21 mm) are compared with each other. The 21 mm cone is found to provide an insufficient fall in temperature, at the edge of this cone in particular. This cone diameter should probably not be used. It is of practical importance, therefore, that the area to be frozen should be divided into several areas when a cone with a diameter exceeding 16 mm is required. In chapter 7, four spraying techniques are discussed: continuous spraying, intermittent spraying of once a second and two different combinations of continuous spraying and intermittent spraying of once a second. Continuous spraying is found to provide the fastest fall in temperature. This spray technique, however, appears to produce an overwhelming run-off and spattering of liquid nitrogen. It is concluded that an intermittent spray of once a second is necessary to control the supply of liquid nitrogen.

Chapter 8 offers a discussion of the clinical aspects of the standardized cryosurgical open-cone-spray method. A standard cryosurgical technique is described with regard to the conclusions of the chapters 3, 4, 5, 6 and 7 for application in clinical practice.

For small tumours, a 6 mm cone is introduced and discussed for the application of the 0.6 mm and the 0.8 mm spraytips. The 0.8 mm spraytip provides the faster fall in temperature in the 6 mm cone.

A clinical evaluation of the freezing effect on skin tissue shows a correlation between the diameter of the iceball measured immediately after the freeze cycle, and the diameter of the tissue necrosis measured one week after cryosurgery.

The clinical results of the treatment of 188 basal cell carcinomas by the standardized cryosurgical open-cone-spray method are presented, resulting in a cure rate of 97.9%.

In chapter 9, the findings of the previous chapters are integrated into a clinical guideline for the standardized procedure for the cryosurgical open-cone-spray method. The conclusions of the comparisons of the various variables influencing the supply of liquid nitrogen are summarized.

The duration of the freeze cycle is discussed. Several factors are indicated that influence the favourable clinical results of the standardized cryosurgical procedure, applying freeze cycles of mainly 20 seconds.

The first factor concerns the inclusion within the cone of a safety margin of "healthy" skin tissue surrounding the tumour. A second factor is curettage of the bulk of the tumour in addition to cryosurgery. Thirdly, temperatures around zero are suggested as a cause of microcirculatory arrest which is possibly the most important factor for the induction of cryonecrosis.

The tumours for cryosurgical treatment are indicated.

The results of cryosurgery are compared to the results of other therapy modalities for primary skin cancers.

Finally, techniques providing accurate depth-dose in cryosurgery are recommended.

A standardized cryosurgical technique, as presented in this thesis, is an important condition for further investigations in the field of inducing cryonecrosis in live skin tissue.

Samenvatting

In dit proefschrift wordt een standaard procedure voorgesteld ten behoeve van het toedienen van vloeibare stikstof in de cryochirurgische open-conus-spray methode.

Hoofdstuk 1 geeft een overzicht van de cryochirurgische literatuur.

Allereerst wordt een historisch overzicht gegeven.

Vervolgens wordt de pathogenese van het vriesletsel besproken, waarin directe celbeschadiging en stasis van de microcirculatie de twee belangrijkste mechanismen zijn.

De probe methode en de spray methode worden in de literatuur de belangrijkste methoden genoemd voor het toedienen van vloeibare stikstof. De conclusie van deze literatuurstudie is, dat de open-conus-spray methode de voorkeur geniet bij de cryochirurgische behandeling van huidmaligniteiten.

Tot besluit van hoofdstuk 1 wordt het doel van het onderzoek, beschreven in dit proefschrift, uiteengezet: Het geven van een richtlijn ten behoeve van een gestandaardiseerde toevoer van vloeibare stikstof in de open-conus-spray methode. De variabelen die deze toevoer beïnvloeden, werden bestudeerd aan de hand van temperatuurmetingen in een model, waarop de vriesexperimenten werden uitgevoerd. Deze variabelen betreffen het spraypatroon, de diameter van de spraypen, de sprayafstand, de diameters van de conus en de spraytechniek.

Hoofdstuk 2 beschrijft de voor het onderzoek gebruikte proefopstelling. Verschillende modellen werden onderzocht voor het uitvoeren van de temperatuurmetingen. Het gelatinemodel bleek het meest reproduceerbare en bruikbare medium te leveren voor het registreren van de bevroerings processen gebruik makende van thermokoppels.

Het voor deze studie gebruikte instrumentarium wordt beschreven.

De hoofdstukken 3, 4, 5, 6 en 7 bevatten de temperatuurmetingen van de experimenten. Deze temperatuurmetingen geven per hoofdstuk aan, hoe de verschillende variabelen zich ten opzichte van elkaar verhouden. De experimenten werden uitgevoerd in drie conus (11 mm, 16 mm en 21 mm) met uitzondering van de experimenten beschreven in hoofdstuk 7, die alleen in de 11 mm en 16 mm conus werden uitgevoerd.

In hoofdstuk 3 worden drie spraypatronen met elkaar vergeleken, te weten centraal, circulair en zig-zag sprayen. Het centrale spraypatroon voorziet in een optimaal temperatuurverval, uitgaande van een korte vriestijd.

Een gemodificeerde conus, vervaardigd uit polymethylmethacrylaat, wordt geïntroduceerd. De spraypen wordt gefixeerd in het centrum van de conus.

Hoofdstuk 4 presenteert de studie van vier spraypennen. Deze hebben respectievelijk de volgende diameters: 0,6 mm, 0,8 mm, 1,0 mm en 1,7 mm. De conclusie is, dat de spraypen met een diameter van 0,8 mm de beste keuze is voor de toediening van de vloeibare stikstof.

Hoofdstuk 5 beschrijft de vergelijking van vier spray-afstanden (5 mm, 10 mm, 15 mm en 20 mm). De sprayafstand van 15 mm laat over het algemeen het snelste temperatuurverval zien.

In hoofdstuk 6 worden de conus diameters met elkaar vergeleken. Het blijkt, dat aan de rand van de conus met een diameter van 21 mm het temperatuurverval onvoldoende is. Deze conus dient bij voorkeur niet te worden gebruikt. Daarom is het van praktisch belang, dat het te bevriezen huidareaal verdeeld wordt in verschillende kleinere regio's, indien een conus met een grotere diameter dan 16 mm gewenst is.

In hoofdstuk 7 worden vier spraytechnieken besproken: continue sprayen, intermitterend sprayen (eenmaal per seconde) en twee verschillende combinaties van continue en intermitterend sprayen (eenmaal per seconde). Continue sprayen geeft het snelste temperatuurverval, doch veroorzaakt overvloedige "run-off" en aanzienlijk terugspatten van vloeibare stikstof. Een intermitterende spraytechniek van eenmaal sprayen per seconde blijkt noodzakelijk te zijn voor een gecontroleerde toevoer van vloeibare stikstof.

Hoofdstuk 8 bespreekt de klinische aspecten van de gestandaardiseerde cryochirurgische open-conus-spray methode. Voor klinische toepassing wordt een standaard cryochirurgische techniek beschreven, rekening houdende met de conclusies van de hoofdstukken 3, 4, 5, 6 en 7.

Voor de behandeling van kleine tumoren wordt een conus met een diameter van 6 mm geïntroduceerd. Deze conus wordt besproken voor de spraypennen van 0,6 mm en 0,8 mm. Geconcludeerd wordt, dat de spraypen van 0,8 mm het snelste temperatuurverval veroorzaakt.

Vervolgens wordt in dit hoofdstuk een klinische evaluatie gegeven van het vriesletsel. De diameter van de ijsbal direct na vriezen blijkt te correleren met de diameter van de weefselnecrose, gemeten een week na cryochirurgie.

Bovendien worden in dit hoofdstuk de klinische resultaten van de gestandaardiseerde cryochirurgische open-conus-spray methode gepre-

senteerd in de behandeling van het basaalcelcarcinoom. Het genezingspercentage bedraagt 97,9%.

Hoofdstuk 9 integreert de resultaten van de voorafgaande hoofdstukken in een klinische richtlijn voor een gestandaardiseerde procedure van de cryochirurgische open-conus-spray methode.

De conclusies van de vergelijkingen van de verschillende variabelen, die de toevoer van vloeibare stikstof beïnvloeden, worden samengevat.

De duur van de vriesfase wordt besproken. Factoren worden genoemd, die een gunstige invloed hebben op het klinische resultaat van de gestandaardiseerde cryochirurgische methode, waarin gebruik wordt gemaakt van vriescycli met een duur van voornamelijk 20 seconden. De eerste factor betreft het insluiten binnen de conus van een zone van "gezond" weefsel rondom de tumor. Een tweede factor is curettage van de tumormassa, voorafgaande aan cryochirurgie. Ten derde veroorzaken temperaturen rondom het vriespunt stasis van de microcirculatie, hetgeen mogelijk de belangrijkste factor is voor het induceren van cryonecrose.

De tumoren, die voor cryochirurgische behandeling in aanmerking komen, worden aangegeven.

De resultaten van de cryochirurgische behandeling van primaire huidmaligniteiten worden vergeleken met andere vormen van therapie.

Tenslotte wordt gepleit voor de ontwikkeling van technieken, die voorzien in een nauwkeurige diepte-dosis in de cryochirurgische behandeling.

Een gestandaardiseerde cryochirurgische techniek, zoals gepresenteerd in dit proefschrift, is een belangrijke voorwaarde voor verder onderzoek op het gebied van het induceren van cryogene necrose in levend huidweefsel.